



# Fractalité tridiastatique: propositions conceptuelles pour l'aménagement urbain

Jean-Philippe Antoni, Pierre Frankhauser, Samy Yousseoufi

## ► To cite this version:

Jean-Philippe Antoni, Pierre Frankhauser, Samy Yousseoufi. Fractalité tridiastatique: propositions conceptuelles pour l'aménagement urbain. Douzièmes Rencontres de Théo Quant, May 2015, Besançon, France. hal-01155344

**HAL Id: hal-01155344**

**<https://hal.science/hal-01155344>**

Submitted on 15 Jun 2015

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Fractalité tridiastatique : Propositions conceptuelles pour l'aménagement urbain

Jean-Philippe Antoni, Pierre Frankhauser, Samy Youssef

Laboratoire ThéMA  
UMR 6049 CNRS - Université de Franche-Comté

jean-philippe.antoni@univ-fcomte.fr

**Mots-clefs** - Analyse fractale, urbanisme souterrain, cartographie 3D, géographie urbaine, ville durable

## Contexte

Le contexte de cette communication est motivé par l'objectif de la ville durable (selon la définition de l'ICLEI), et tente de contribuer aux solutions conceptuelles qui permettent d'y parvenir. Nous partons du principe que l'étalement urbain est certes identifié comme un processus néfaste à la continuation de l'urbanisation (§ 1.1), mais posons l'hypothèse qu'il nécessite un changement de paradigme (penser l'espace urbain en 3D et non plus en 2D) pour être dépassé (§ 1.2).

### 1.1 L'étalement urbain

L'étalement urbain est un processus d'urbanisation qui se mesure généralement dans un espace en deux dimensions par une évaluation diachronique de la forme urbaine, résumée selon un rapport bâti/non bâti (Antoni et Youssef, 2007). Généralisé dans les agglomérations françaises depuis les années 1970, cette forme urbaine en expansion diffuse s'accompagne d'externalités négatives sur les trois sphères du développement durable (Antoni, 2010) : économiquement, l'étalement urbain conduit à une augmentation des mobilités pendulaires (Dupuis, 2006) et de la congestion (Koning, 2009), socialement il favorise la ségrégation socio-spatiale (Charmes, 2011) et, d'un point de vue environnemental, il contribue à l'augmentation des émissions

des polluants et à la réduction de la biodiversité (Foltête et al., 2013). Pour limiter ces externalités négatives, P. Frankhauser et al. (2007) ont proposé une approche multifractale fondée sur la figure d'un tapis de Sierpinski, qui devrait permettre (i) de réduire les flux de déplacement, (ii) d'optimiser l'accessibilité aux aménités urbaines et rurales, et (iii) de préserver les coulées vertes à l'intérieur de la ville. De nombreuses publications visent aujourd'hui à évaluer l'intérêt de cette approche en les confrontant à des cas d'urbanisation concrets (Tannier et al. (2012) par exemple). Toutefois, d'un point de vue théorique, cette approche fractale nécessite que certains espaces soient laissés vacants pour maximiser la bordure bâti/non bâti ou favoriser la pénétration de coulées vertes jusqu'au centre. Or, au centre des agglomérations surtout, l'intégralité de l'espace est souvent bâti, ce qui rend le modèle applicable essentiellement dans les franges urbaines qui seront construites dans le futur (l'espace périurbain).

### 1.2 Urbanisation tridiastatique

Le recours à la 3D offre une solution opérationnelle à ce problème. En effet, certains auteurs ont identifié les bâtiments qui pourraient être "translatés" à différentes profondeurs sans que cela ne nuise à leur utilisation, par un recours plus systématique à l'urbanisme souterrain (Utudjian, 1952; Barles et Guillerme, 1995). D.

J. Boivin (1989) estime par exemple que le "proche" espace souterrain pourrait accueillir de nombreuses activités commerciales : supermarchés, discothèques, cinémas, restaurants, etc. Ces recommandations s'appuient en grande partie sur les expériences canadiennes (Besner, 1997) ou japonaises (Nishi et al., 2000). Elles permettent de libérer une superficie bâtie importante en surface, selon un schéma qui se calquerait sur les coulées vertes et/ou la maximisation de la bordure bâti/non bâti, sans impacter la centralité des quartiers, ni générer d'étalement urbain.

L'ensemble correspondrait alors en partie au concept de "ville tridiastatique" proposé H. Reymond (1998) qui dépasse l'idée de ville tridimensionnelle (la ville et le monde étant tridimensionnels par essence) en insistant sur son développement vertical : urbaniser en sphère ou en cube (3D) plutôt qu'en disque, en carré ou en étoile (2D).

## 2 Méthodologie

Dans ce contexte, cette communication vise à évaluer l'apport de l'urbanisme souterrain pour l'évaluation de la forme urbaine d'une grande ville de France, l'agglomération de Strasbourg considérée à travers le territoire politique de sa Communauté urbaine (28 communes). Cet objectif nécessite le développement d'une méthodologie spécifique que nous développons en deux points : la cartographie des bâtiments candidats à l'enfouissement (§ 2.1) et l'évaluation de la forme résultant de cet enfouissement (§ 2.2).

### 2.1 Cartographie de l'enfouissement

La BD Topo de l'IGN est la principale source de données utilisée dans ce projet. Chaque bâtiment y est géolocalisé et décrit par sa fonction : résidentielle, remarquable (bâtiment religieux, locaux administratifs, installation sportive, etc.), agricole, industriel ou commercial. Cette base est

utile pour la sélection des bâtiments susceptibles d'être enfouis pour répondre aux objectifs fixés. En particulier, les bâtiments à vocation industrielle, commerciale, certaines installations sportives et les locaux administratifs sont ceux dont l'enfouissement permettrait de libérer de l'espace sans pour autant compromettre leur usage.

Une nouvelle cartographie est réalisée après éviction des bâtiments préalablement sélectionnés au moyen d'un logiciel SIG 3D : elle permet de visualiser les espaces bâtis en surface et en souterrain de manière dynamique à l'aide d'outils de navigation classiques (navigateurs web) et d'évaluer sommairement les impacts de l'urbanisme souterrain sur les paysages et la forme urbaine.

### 2.2 Evaluation fractale

Afin d'évaluer plus précisément les effets de l'enfouissement sur la morphologie bâtie, deux types d'analyses fractales sont envisagées : une à l'échelle globale et une à l'échelle locale. Dans le premier cas, la dimension fractale globale de la ville est déterminée avant et après l'enfouissement des bâtiments. Cet indicateur permet de caractériser le degré de concentration de la masse bâtie à travers les échelles (Frankhauser, 1994). Une valeur proche de 0 décrit une structure très hiérarchisée, dans laquelle le bâti est concentré en quelques points bien précis, alors qu'une valeur proche de 2 traduit au contraire une répartition uniforme de la masse bâtie au sein d'une structure très faiblement hiérarchisée.

Dans un second temps, la dimension fractale n'est plus calculée pour l'ensemble de la zone d'étude, mais à partir de plusieurs points d'un semis régulier, selon une logique radiale. En mettant en place cet indicateur avant et après l'enfouissement des bâtiments, il est possible d'évaluer localement les effets de l'enfouissement par la différence entre les dimensions fractales déterminées en chaque point.

## Conclusion et discussion

L'évaluation proposée ci-dessus est certes efficace pour débattre concrètement des apports de l'urbanisme souterrain, mais elle ouvre également la voie à des prolongements nécessaires. D'un point de vue méthodologique, l'urbanisme tridiastatique demande d'adapter les analyse fractales (2D) à un espace urbain en trois dimensions ; d'un point de vue conceptuel, cette démarche invite à repenser en 3D les modèles fractals opérationnels d'urbanisme.

## Références

- Antoni J.P., Youssoufi S., 2007, Etalement urbain et consommation d'espace. Etude comparée de Besançon, Belfort et Montbéliard, *Revue géographique de l'Est*, XLVII, 3, pp. 141-150.
- Antoni J.P., 2010, L'étalement urbain. Wackermann G., (Dir.), *La France en villes*, Ellipses, pp. 164-176.
- Barles S., Guillerme A., 1995, *L'urbanisme souterrain*, Presses universitaires de France, 128 p.
- Besner J., 1997, *Genèse de la ville intérieure de Montréal*, PDF.
- Boivin D. J., 1989, De l'occupation du sol urbain à l'urbanisme souterrain, *Cahiers de géographie du Québec*, 33, 88, pp. 37-49.
- Charmes E., 2011, *La ville émietlée. Essai sur la clubbisation de la vie urbaine*, Presses universitaires de France, 304 p.
- Foltête J.C., Girardet X., Clauzel C., Tournant P., Vuidel G., Bannwarth C., Roué S., Afonso E., Giraudoux P., 2013, Estimer l'impact des grandes infrastructures de transport sur la distribution des espèces : proposition et test d'un protocole méthodologique. In : Luginbuhl Y. (ss. dir), *Infrastructures de transport terrestres, écosystèmes et paysages, des liaisons dangereuses*, La Documentation française, pp. 201-218.
- Frankhauser P., 1994, *La fractalité des structures urbaines*, Economica, 291 p.
- Frankhauser P., Houot H., Tannier C., Vuidel G., 2007, *Vers des déplacements périurbains plus durables : proposition de modèles fractals opérationnels d'urbanisme*, Rapport de recherche PREDIT, 114 p.
- Koning M., 2009, La congestion du boulevard périphérique parisien, *Working paper*, Centre d'économie de la Sorbonne, 48 p.
- Nishi T. et al., 2000, Estimation of the value of the internal and external environment in underground space use, *Tunneling and underground space technology*, p. 85.
- Reymond H., 1998, Approches nouvelles de la coalescence. In : Reymond H., Cauvin C., Kleinschmager R., *L'espace géographique des villes. Pour une synergie multistrate*, pp. 21-48.
- Tannier C., Foltête J.C., Girardet X., 2012, Assessing the capacity of different urban forms to preserve the connectivity of ecological habitats, *Land- scape and urban planning*, 105, pp. 128-139.
- Utudjian E., 1952, *L'urbanisme souterrain*, Presses universitaires de France, 128 p.